

Математична перетворення Кубелки – Мунка:

$$F(R_{\infty}) = \frac{(1 - R_{\infty})^2}{2R_{\infty}} = \frac{\beta}{S} \quad (1)$$

R_{∞} – абсолютне дифузне відображення.

β – коефіцієнт поглинання.

S – коефіцієнт розсіювання світла.

Досліди показують, що дифузне випромінювання можна використовувати для оцінки якості поверхонь металів, а також поверхонь виробів пластмас, волокнистих матеріалів та паперу. Також даний процес може бути використаний при автоматизації знаходження напрямлення шорсткості. Така характеристика передбачена ГОСТ 2.309 – 73. Крім того, враховуючи реальне отримане співвідношення між дифузним, лінійним та дзеркальним відбиттям, зміною коефіцієнта і картини відбиття, можна сформулювати параметри шорсткості, не тільки геометричного, а й оптичного типу з урахуванням виявлення різних дефектів на всій площині поверхні металу.

УДК 621.375.826:621

Кифоренко Є.С., студ.; Козирев О.С., ст. викл.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЛАЗЕРНОЙ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Для построения модели взаимодействия лазерного излучения с материалом мишени, необходимо знать распределение энергии в луче в любой точке пространства в любой момент времени. Направление движения энергии световой волны определяется направлением вектора Пойнтинга \vec{S} . В изотропной среде вектор Пойнтинга совпадает с направлением движения поверхности равной фазы.

Рассмотрим распространение сферической волны из произвольного резонатора. В этом случае направление \vec{S} будет совпадать с направлением нормали к эквифазной поверхности в любой точке этой поверхности. Выражение для радиуса пучка, распространяющегося вдоль оси \vec{X} , для гауссовой моды будет иметь вид:

$$\omega(x) = \omega_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\lambda x}{\pi \omega_0^2} \right)^2} \quad (1)$$

Полная расходимость равна $\Theta = \sqrt{\Theta_d^2 + \Theta_g^2}$, где Θ_g – геометрическая составляющая полной расходимости. Причем известно, что в общем случае геометрическая составляющая значительно превышает дифракционную. Таким образом, выражения (1) недостаточно для полной характеристики излучения, формируемого реальным непустым резонатором, содержащим среду с коэффициентом преломления, отличным от коэффициента преломления пустого изотропного пространства.

Для более точного описания распространения излучения, формируемого реальным оптическим резонатором, можно предложить следующее выражение:

$$\omega(x) = \omega_0 \sqrt{1 + \left(\frac{x}{x_R} \right)^2} \quad (2)$$

Здесь x_R - рэлеевская длина, т.е. расстояние, на котором размер пучка увеличивается в $\sqrt{2}$ раз по сравнению с размером в перетяжке. Причем и размер пучка в перетяжке, и рэлеевская длина зависят не только от длины волны излучения, но и от модового состава:

$$x_R = \frac{\pi \omega_0^2}{M^2 \lambda}; \omega_0 = M^2 \frac{\lambda}{\pi \Theta} \quad (3)$$

Формулы (2-3)) могут адекватно описать распространение лазерного излучения и перенос энергии лазерного излучения. Однако, все эти формулы должны базироваться на экспериментальных данных, измеренных для конкретного излучателя. Необходимо знать положение перетяжки внутри резонатора, а также измерить расходимость излучения и диаметр луча на некотором известном расстоянии от плоскости перетяжки.

Получаем:

$$T = \frac{r_1}{\omega_0} \Theta \quad (4)$$

Следовательно, выражение (7) можно переписать, как

$$r(x) = \sqrt{r_1^2 + \frac{r_1^2 \Theta^2}{\omega_0^2} x^2} = \frac{r_1}{\omega_0} \sqrt{\omega_0^2 + \Theta^2 x^2} = \frac{r_1}{\omega_0} \omega(x) \quad (5)$$

С помощью этого выражения можно получить направление вектора Пойнтинга в любой точке в сечении луча для любой координаты. Кроме того, с помощью (5) можно найти однозначное соответствие между интенсивностью единичного луча в любой точке плоскости перетяжки и интенсивностью в любой точке в других плоскостях сечения.

УДК 621.375.826:621

Кривко Т.В., студ; Козирев О.С., ст. викл.

ВІДБИТТЯ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХОНЬ

Відбиття лазерного випромінювання (з використанням сканування) застосовується для контролю металевих поверхонь. Цим методом контролюється поверхня металу, фіксуючи відгуки відбитого променя за допомогою фотоеlementів, фото помножувача або телекамер. Він вказує на високу чуттєвість до наявних канавок, подряпин, наколів, включень і т. д. при інструментальному аналізованні прокату на наявність дефектів в процесі його прокатки зі швидкістю до 10м/с. Характер відбиття лазерного випромінювання від металів достатньо складний. Особливо при наявності регулярних смуг чи канавок відбиття формується у вигляді довгої лінії. В залежності від розташування регулярних канавок шорсткості, що з'являється при обробці різанням, чи дефектів у вигляді подряпин відносно площини падіння променя лінія відображення може бути прямою або мати дещо складніший вигин.

Розгортання відбиття у вигляді лінії пояснюється тим, що шорсткість поверхні при обробці різанням, утворює більш-менш регулярні елементарні площини відображення в перерізі, що перпендикулярний напрямку регулярних канавок. В свою чергу, при розташуванні канавок перпендикулярних площині падіння лазерного променя елементарні площини відбиття розсіюють випромінювання по прямій лінії, що легко зафіксувати експериментально. Схеми, що пояснюють дане явище, показано рис. 1. Оскільки, в більшості випадків, крім лінійного відбиття спостерігається дифузна